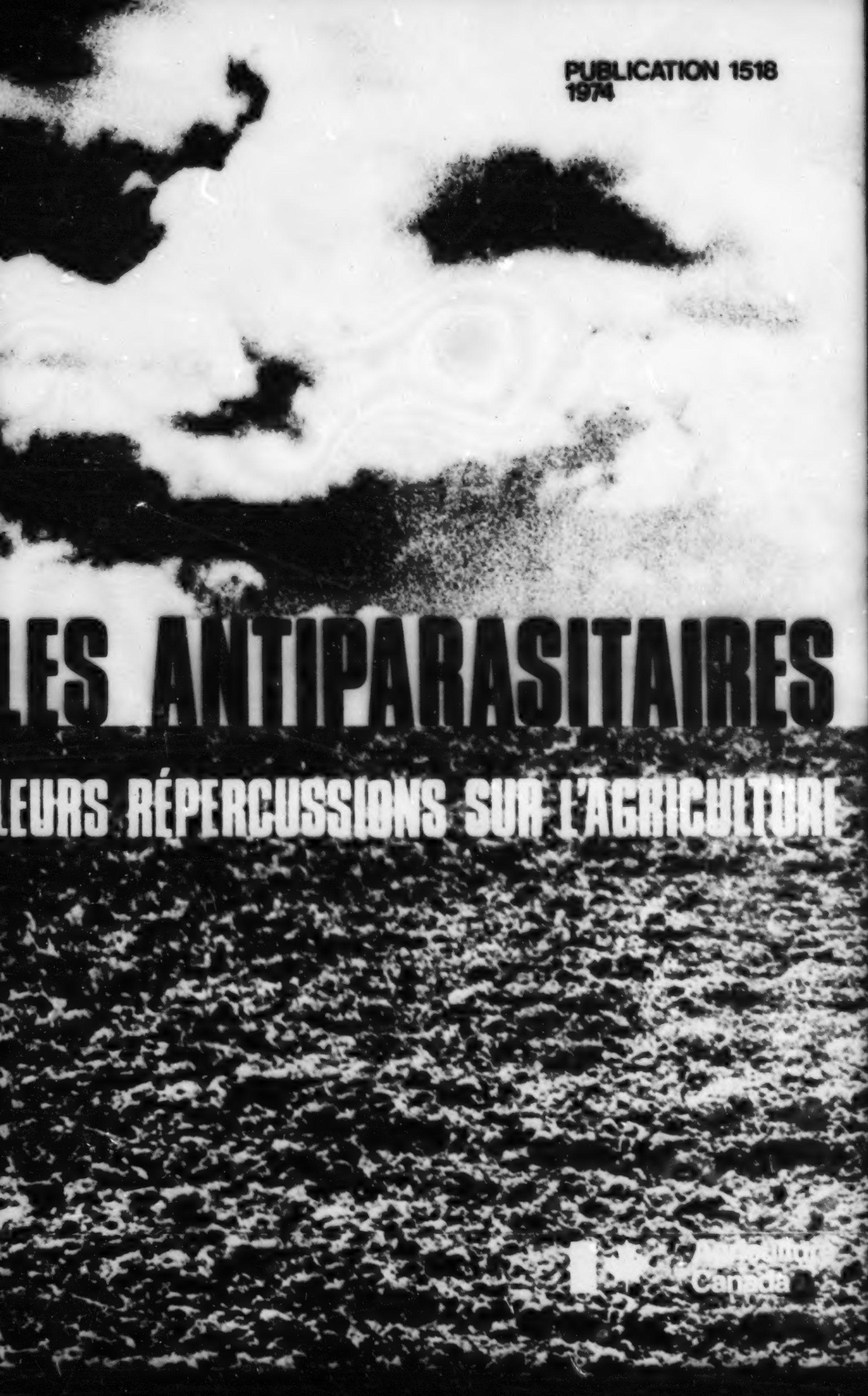
PUBLICATION 1518
1974



LES ANTIPARASITAIRES

LEURS RÉPERCUSSIONS SUR L'AGRICULTURE

Canada

On peut obtenir des exemplaires de cette publication à la
DIVISION DE L'INFORMATION
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA
OTTAWA
K1A 0C7

©INFORMATION CANADA, OTTAWA, 1974

10M-36757-474
AG-158F

CAMPBELL PRINTING
06/CX 01A08-36757

103-00346/

Table des matières

Chapitre premier	**Responsabilités de la société en ce qui a trait à l'utilisation des antiparasitaires**	**5**
Chapitre 2	**Rôle des antiparasitaires**	**9**
Chapitre 3	**Réglementation des produits antiparasitaires**	**15**
Chapitre 4	**Nécessité de poursuivre la recherche et le développement**	**22**
Chapitre 5	**Techniques analytiques considérées comme moyens de protéger l'environnement**	**29**
Chapitre 6	**Systèmes de lutte contre les parasites pour l'agriculture**	**34**
Chapitre 7	**Examen des nouveaux produits antiparasitaires avant l'homologation**	**39**

Chapitre premier

RESPONSABILITÉS DE LA SOCIÉTÉ EN CE QUI A TRAIT À L'UTILISATION DES ANTIPARASITAIRES

La présente brochure traite des principaux aspects de l'utilisation des antiparasitaires qui préoccupent la société actuelle, dont l'attention se porte sur les problèmes de l'environnement. Les chapitres qui suivent démontrent que beaucoup de temps, d'argent et d'efforts sont dépensés pour assurer l'utilisation raisonnable de ces produits chimiques en vue de l'amélioration générale de la condition humaine, grâce à la production d'aliments sains, et de la protection de la santé. Il devient évident aussi que l'utilisation excessive ou imprudente de ces produits entraîne des risques et des inconvénients bien déterminés.

Il est bien clair que les antiparasitaires font aujourd'hui et feront dans l'avenir prévisible partie intégrante et essentielle de la plupart des systèmes actuels de répression des parasites. La quantité d'antiparasitaires utilisés dans un ou plusieurs systèmes variera évidemment selon la culture à protéger, le parasite à réprimer, la nature du composé chimique lui-même et tous les autres éléments en jeu, comme les méthodes de répression biologique et culturale. De plus, on peut affirmer sans inconvénient que la société doit se fixer un objectif général qui est de réduire l'utilisation des antiparasitaires aux plus bas niveaux compatibles avec les exigences socio-économiques de notre société.

Ce qu'on est convenu d'appeler «le problème des antiparasitaires» n'est qu'un des nombreux problèmes épineux, y compris ceux du logement, du transport et de l'accroissement démographique, que nous affrontons aujourd'hui. En tant que société, nous devons recourir à notre intelligence et à notre intégrité pour trouver des solutions objectives à ces problèmes: il ne suffit pas de répondre simplement oui ou non pour les régler.

Aux fins de la présente étude, il vaut probablement la peine de diviser notre société en plusieurs éléments et de considérer le rôle que

chacun doit jouer pour résoudre le problème des antiparasitaires.

Responsabilité des fabricants

Les fabricants ont la responsabilité primordiale de démontrer le besoin et de justifier l'utilisation de tout nouveau produit. Ils doivent fournir des données pour soutenir leurs prétentions relatives à l'efficacité, à la toxicité (pour les humains, les animaux et les végétaux) et à l'effet sur le milieu. Cette opération suppose environ 5 années de travail et peut-être une dépense de $10 millions en moyenne. En d'autres termes, les fabricants doivent fournir des preuves que leurs produits sont nécessaires, sans danger et ne causeront aucun dommage indu à l'environnement.

Responsabilité des gouvernements

Par ailleurs, les gouvernements doivent adopter un programme législatif pour réglementer la fabrication, la vente et l'utilisation des antiparasitaires. Ce programme doit se fonder sur des règlements qui établissent une méthode d'utilisation sûre et tolérable de chaque produit chimique. L'étiquetage de chaque produit doit mentionner cette méthode d'utilisation et les étiquettes requièrent l'approbation du gouvernement. De plus, il faut établir des niveaux de tolérance quant aux résidus dans les aliments de l'homme et des animaux. Au Canada, tous les antiparasitaires doivent être enregistrés en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires, appliquée par le ministère fédéral de l'Agriculture. Nous possédons probablement le système de réglementation des antiparasitaires le plus perfectionné au monde. Il existe une collaboration étroite entre les divers ministères fédéraux impliqués dans les différentes phases de la réglementation des antiparasitaires (tels les ministères de l'Agriculture, de la Santé nationale et du Bien-être social, de l'Environnement), les ministères provinciaux appropriés, l'industrie et les universités.

Responsabilité des utilisateurs

Les utilisateurs de la ferme et de la ville ont la responsabilité de n'employer les antiparasitaires qu'en cas de nécessité et par quantités recommandées sur l'étiquette, car il est présumé que ces recommandations préviendront tout effet secondaire indésirable. En fin de compte, ce ne sont que le mauvais usage ou l'usage exagéré des antiparasitaires qui peuvent soulever des problèmes relatifs à l'environ-

nement. L'utilisation du DDT était opportun si l'on tient compte de l'état de nos connaissances à l'époque où il a d'abord été employé à grande échelle. A tout prendre, on est d'avis que la communauté agricole ne fait pas sciemment un usage exagéré des antiparasitaires, car il ne serait guère économique d'agir de la sorte. Quel est l'homme d'affaires qui volontairement utilise plus de matériaux qu'il n'est obligé de le faire? Il risquerait autrement de se ruiner. Il n'est peut-être pas aussi facile de mettre les consommateurs urbains sur le même pied. Bien qu'individuellement les résidents des villes n'utilisent que de petites quantités d'antiparasitaires, la quantité utilisée par les citadins comme groupe est considérable. Ces derniers ont tendance à penser: «Vraiment, le peu d'antiparasitaires que j'emploie ne peut avoir d'effets nuisibles». Toutefois, nous connaissons tous des cas où l'on a arrosé tout le gazon pour détruire une douzaine de pissenlits ou fumigé la maison entière pour tuer une couple de mouches. La canne à désherber et le tue-mouches sont encore le meilleur moyen de lutte dans de tels cas.

Responsabilité des organes d'information

Les organes d'information de toutes espèces, la presse, la télévision et la radio, ont une très lourde responsabilité dans la formation de l'opinion publique. Dans bien des cas, ils ont fait un excellent travail de reportage objectif sur les antiparasitaires. Par ailleurs, de nombreuses histoires fantastiques et sans fondement à leur sujet ont reçu une publicité indue. Il va sans dire que l'objectivité doit toujours primer, lorsque le bien-être et la santé de la nation sont en jeu.

Le cas du consommateur

Enfin le cas du consommateur mérite aussi notre attention, car sans consommateur de produits agricoles, il n'y aurait pas d'antiparasitaires. Le monde d'aujourd'hui doit résoudre le problème d'une production toujours plus abondante d'aliments de haute qualité à bas prix pour une population qui s'accroît, et dont les préférences à satisfaire s'expriment par des acheteurs qui font un choix plus recherché de denrées. Que ce dernier aspect du problème soit ou non du meilleur intérêt pour l'humanité, il fait partie du dilemme: la demande d'aliments de haute qualité à bas prix. Tant que le consommateur exigera cela, on utilisera la technologie la plus nouvelle sous ses différents aspects: mécanisation, reproduction des animaux et des végétaux, engrais chimiques et antiparasitaires. Les produits antiparasitaires jouent un rôle exceptionnellement important dans l'application de cette technologie et, s'ils sont

utilisés avec sagesse et modération, ils continueront à jouer ce rôle.

En somme, les antiparasitaires ont rendu d'immenses services dans le passé, en réprimant les parasites qui affectent la santé de l'homme, détruisent ses sources d'alimentation et endommagent certaines de ses possessions. Les produits antiparasitaires sont des composés chimiques toxiques qu'il faut traiter avec le même soin et le même respect que les produits pharmaceutiques et les autres résultats de la science et de la technologie modernes. Des problèmes ont surgi dans le passé à cause du mauvais usage ou de l'usage immodéré qu'on en a fait, mais très rarement, sinon jamais, à cause de leur utilisation appropriée. Des méthodes analytiques toujours plus précises pouvant déceler des quantités infimes de résidus, l'abandon graduel de produits chimiques indésirables, l'application d'une réglementation plus complète et l'utilisation la moins considérable possible d'antiparasitaires, grâce au développement de systèmes intégrés de lutte antiparasitaire, engendreront à l'avenir le moins de problèmes et le plus de bienfaits possibles dans l'utilisation des antiparasitaires.

Chapitre 2

RÔLE DES ANTIPARASITAIRES

Depuis le début du siècle, l'agriculture canadienne évolue dans le sens du développement des monocultures, ou production d'une unique culture, occupant des terres de plus en plus étendues. Cette augmentation de la superficie des fermes individuelles, ajoutée à la présence d'écarts d'ordre économique, a créé un état de choses dans lequel la perte de la récolte d'une année pourrait non seulement causer un grave recul financier, mais une disette de vivres et une augmentation des prix. C'est pourquoi les produits antiparasitaires, en plus de la bonne semence et des engrais, sont devenus une sorte d'assurance-récolte. En même temps, la mécanisation accrue a contribué à la diminution de la main-d'oeuvre dans la ferme. Il est maintenant possible de semer et d'appliquer des insecticides, des herbicides et des fongicides, de même que de l'engrais, en une même opération. Une autre façon de s'épargner du travail, est de pulvériser les cultures par avion en utilisant des insecticides et des fongicides systématiques qui ont une longue action résiduelle dans la plante. En résumé, la technologie a marché de pair avec l'expansion et les exigences continues de l'agriculture.

L'homme et l'environnement

Certains milieux contestent la sagesse de cette évolution des méthodes cause de l'inquiétude croissante, au sujet des conséquences écologiques, de l'utilisation des antiparasitaires en agriculture et du manque de compréhension de la destruction dont les parasites peuvent être cause. Certains canadiens sont d'avis que l'agriculture de l'avenir ne devrait pas avoir recours aux produits antiparasitaires et que l'on devrait moissonner dans une espèce de Paradis terrestre, afin de protéger l'homme de la pollution chimique. Il n'est guère possible de prendre ces

personnes au sérieux pour plusieurs raisons. Bon nombre de nos insectes nuisibles et des maladies des plantes ont été importés accidentellement et, n'ayant pas d'ennemis naturels, doivent être réprimés par des antiparasitaires, si nous voulons éviter de grandes pertes dans le cas de certaines cultures. Voici quelques exemples de parasites qu'il faut chercher à combattre, sur une base surtout annuelle: la pyrale de la pomme, la pyrale du maïs et la mouche de la carotte. A cause des moyens de transport par terre, par mer et par air, les insectes traversent tous les jours les déserts, les chaînes de montagnes et les océans, qui sont les frontières naturelles des régions infestées. Bien qu'on intercepte les parasites régulièrement à nos ports d'entrée, certains passent éventuellement inaperçus dans nos avant-postes de quarantaine et augmentent ainsi nos problèmes de lutte contre les parasites. De plus, les insectes volants et les spores ne peuvent être interceptés efficacement lorsqu'ils franchissent notre frontière du sud et causent un dommage considérable chaque année à de nombreuses cultures importantes.

Nous sommes actuellement devant un dilemme: certains spécialistes de l'environnement nous demandent d'éliminer l'utilisation des produits antiparasitaires en agriculture pour protéger la santé publique et l'environnement, alors qu'en même temps les antiparasitaires sont une partie essentielle de cette protection. A l'autre extrémité, de nombreux cultivateurs nous supplient de ne pas tenir compte de ces demandes et affirment avec insistance qu'il faut continuer de protéger leurs cultures pour que les exploitations agricoles puissent survivre économiquement.

Lutte intégrée

C'est la lutte intégrée contre les parasites nuisibles aux végétaux et aux animaux qui constituera la protection efficace des cultures dans l'avenir. Il s'agit en l'espèce d'utiliser au maximum des agents biologiques avec les produits chimiques, appliqués seulement selon les besoins à des seuils définis de dommage. Pour parler de façon précise, nous permettons, au moyen d'une lutte intégrée, aux forces biologiques qui existent déjà dans la nature d'agir conjointement avec l'utilisation bien calculée de produits antiparasitaires chimiques, de phérormones sexuelles, de lâchers de mâles stériles et d'autres opérations susceptibles de limiter les dommages causés aux cultures et les risques pour la santé publique.

Ce genre de lutte s'exerce en tenant compte de deux restrictions. La première est l'utilisation de virus, de bactéries, de prédateurs d'insectes

et de parasites pour tuer les parasites nuisibles. (Ce procédé dépend de la présence d'une certaine quantité de parasites nuisibles et du temps disponible pour une lutte efficace, et s'applique aussi bien à des agents biologiques non spécifiques utilisés.) La seconde restriction vient du fait que les stratégies inventées par l'homme pour réprimer les parasites nuisibles sont généralement limitées par des facteurs économiques, la législation et le manque de données de recherches fondamentales requises pour influencer et prédire les situations sujettes à traitement. En fin de compte, c'est le degré de répression désiré qui déterminera dans une large mesure le meilleur système de répression nécessaire pour obtenir une protection adéquate des cultures, et le niveau de répression nécessaire pour éviter les effets secondaires indus des antiparasitaires sur les organismes non visés.

Présence à peu près nulle de parasites

Bien des cultures requièrent pour leur croissance une absence à peu près complète de maladies et de parasites. La pomme en est une. Pendant la saison de croissance, le pommier est attaqué par des parasites comme la cochenille qui se nourrit de l'écorce, le tétranyque qui ronge le feuillage, les larves de la pyrale des pommes qui percent le fruit lui-même et par des maladies comme la tavelure qui se développe sur le feuillage et le fruit à la fois. Un seul arbre pourrait porter cent cinquante parasites et maladies. Il faut tous les surveiller. De plus, il faut avoir recours à l'entreposage frigorifique et à la fumigation lorsqu'il s'agit de récoltes destinées éventuellement à l'exportation. Les pays importateurs ont des règlements sévères concernant les parasites de provenance étrangère. Par exemple, quelques oeufs de tétranyques rouges ou larves de pyrale de la pomme dans une cargaison de pommes suffisent pour que ces pays refusent d'acheter de nous. Ces exigences spéciales requièrent un application minutieuse de nos systèmes de répression des parasites et, dans le cas des pommes en particulier, on ne peut atteindre le niveau zéro de tolérance sans avoir recours aux antiparasitaires. Il s'ensuit donc que, dans le cas des pommes et des autres cultures horticoles, les systèmes de répression des parasites utilisés continueront de dépendre surtout d'antiparasitaires plus spécifiques et de courte durée, mais qu'on se servira de plus en plus de la lutte biologique, à mesure que l'on développera des moyens de lutte de ce genre.

Niveau de tolérance économique des parasites

Sur les nombreuses espèces connues de parasites qui s'attaquent à nos cultures, il n'y a relativement que peu d'espèces d'insectes et de maladies qui soient d'une importance économique majeure. Par exemple, dans le cas des pommes, le rapport des parasites d'importance économique à ceux qui n'ont pas d'importance économique est d'environ un à dix-huit. Cette importance des parasites s'expriment habituellement en tenant compte du seuil économique, c'est-à-dire du nombre minimal de parasites qui causeront des dommages considérables aux cultures. Dans les Prairies, le nombre de grappes d'oeufs de sauterelles par mètre carré détermine jusqu'à quel point et dans quelles régions le dommage aux cultures de céréales peut se produire, quand sortent les larves, et aussi indique quelles mesures de lutte il faut utiliser. Ces chiffres précis, sur lesquels se fondent les recommandations concernant la répression des parasites, s'obtiennent grâce à une surveillance continue des populations à mesure qu'elles se développent au cours d'une saison et au sein d'une région géographique données. Prenons un autre exemple: un plant de maïs peut tolérer des milliers de pucerons ne causant qu'une perte économique minime, bien qu'il ne faille que très peu de pucerons pour transporter un virus dangereux d'un hôte primaire à un hôte secondaire. Nous devons donc reconnaître qu'il existe une relation entre le nombre des parasites et le degré de dommage économique fait à une culture. Il faut posséder ces renseignements pour toute culture et tout parasite, afin de pouvoir effectuer une répression efficace et prédire les résultats avec assez d'exactitude.

Dans les systèmes de lutte pour lesquels on a établi un seuil économique, il se peut que les antiparasitaires chimiques ne soient pas aussi importants que les agents biologiques c'est-à-dire les prédateurs utiles qui existent dans la région, les parasites et les maladies. L'interaction des prédateurs et de leurs proies, dans des conditions normales, empêche souvent les parasites d'atteindre leur nombre maximal et peut produire des fluctuations de population pouvant comporter des avantages économiques importants. Dans de telles situations, comme il a été souligné plus haut, la limitation du nombre de parasites pendant une certaine période de temps constitue une opération-clef. Néanmoins, il sera souvent nécessaire d'intervenir rapidement en utilisant des antiparasitaires pour réduire les effets d'une manifestation soudaine d'épidémie de parasites. L'application prudente d'un produit chimique

en pareilles circonstances réduira la population de parasites et permettra la survie des agents bénéfiques qui continueront de participer à la lutte biologique.

Il y a vingt ans, des entomologistes canadiens progressistes ont préparé la voie à la notion actuelle de la lutte intégrée en mettant au point des «programmes modifiés de pulvérisation» pour la protection des vergers. Ils ont proposé de mieux choisir le moment d'appliquer des insecticides sélectifs pour obtenir une répression plus efficace des parasites de la pomme au stade le plus préjudiciable, tout en protégeant les prédateurs et parasites des effets du produit chimique. Pour la plupart des cultures, il en est résulté finalement moins de fluctuation du nombre de parasites au-dessus du seuil économique, une moindre quantité d'antiparasitaires utilisée et un profit accru pour les agriculteurs.

Niveau non précisé de parasites

A part les cultivateurs de profession qui doivent exploiter de grandes fermes avec profit, tout en observant les règlements applicables à la production destinée au marché intérieur et à l'exportation, il existe un public canadien habitant les villes qui utilise une quantité considérable d'antiparasitaires pour détruire les insectes nuisibles et les maladies des plantes. A cause de la croissance des villes et l'attribution dans certaines régions de terrains municipaux pour la culture des légumes, cette partie de la population contribue au maintien du problème. On remarque la présence de ces gens autour des pépinières pendant les fins de semaine, achetant quantité d'engrais, d'herbicides, d'insecticides, de fongicides, de vitamines et de «super mélanges» d'une puissance presque magique pour détruire les parasites dans leurs jardins et sur leurs plantes en pots. La quantité d'antiparasitaires ainsi utilisée généreusement par des gens influencés par la publicité excède de beaucoup les besoins réels. Les antiparasitaires sont ici appliqués sans tenir compte des niveaux des parasites ni des besoins économiques. Ces personnes se pensent obligées de poursuivre activement un puceron sur un rosier en employant un aérosol et la présence d'une seule mouche dans la cuisine frise la tragédie. Néanmoins, si nous voulons réduire efficacement la quantité d'antiparasitaires qui agit sur le milieu, nous aurons besoin à l'avenir non seulement de la collaboration du cultivateur, qui a grandement besoin des antiparasitaires pour protéger ses cultures, mais aussi du reste de la population canadienne. Nous devrions nous efforcer davantage d'obtenir l'aide des citadins pour

réduire l'utilisation des antiparasitaires, étant donné surtout que le public lui-même demande au cultivateur de cesser de polluer l'environnement.

Il nous faut donc viser à la lutte intégrée dans les grandes exploitations agricoles, combattre les espèces de parasites nuisibles là où les seuils économiques sont connus, utiliser les antiparasitaires d'une manière plus intelligente et nous servir davantage des agents biologiques. De cette façon, nous pouvons certainement adopter des systèmes de lutte contre les parasites nuisibles qui causeront le moins de pollution possible.

Chapitre 3

RÉGLEMENTATION DES PRODUITS ANTIPARASITAIRES

Loi sur les produits antiparasitaires

Les antiparasitaires font l'objet depuis longtemps d'une réglementation sévère au Canada. Il existe depuis 1927 des lois régissant l'importation et la vente des produits utilisés pour combattre les parasites.

La Loi sur les produits antiparasitaires, appliquée par le ministre de l'Agriculture, régit la vente des antiparasitaires. Il s'ensuit qu'une partie importante des ressources ministérielles sont consacrées à la recherche sur la destruction des parasites en général, y compris le recours aux produits chimiques et non chimiques. Ce travail s'accomplit dans des stations et laboratoires régionaux partout au Canada, où l'on se livre à des études spéciales sur les effets des antiparasitaires sur l'environnement.

En plus de la recherche, deux laboratoires chargés de travaux relatifs à l'application de règlements analysent des échantillons de produits prélevés sur le marché pour vérifier leur conformité aux règles de l'enregistrement et pour faire des enquêtes de nature diverse aux fins de la Loi et du Règlement sur les produits antiparasitaires.

Les produits chimiques de lutte antiparasitaire forment un large éventail de produits et d'utilisations. L'application de la Loi sur les produits antiparasitaires tient compte de bien des intérêts qui ressortissent à divers domaines tels que l'hygiène, la faune, les poissons, la forêt, l'eau et la qualité de l'environnement. A ce sujet, il faut accorder une considération spéciale à la Loi sur les aliments et drogues, dont les dispositions correspondent aux mesures d'exécution de la Loi sur les produits antiparasitaires.

La Loi sur les produits antiparasitaires, promulguée en 1939,

prévoit l'enregistrement des antiparasitaires importés, fabriqués ou offerts en vente au Canada. L'enregistrement n'est accordé que si les renseignements fournis au Ministère démontrent de manière suffisante l'efficacité et la sécuriré du produit dans les conditions pratiques de son utilisation. La Loi prévoit l'évaluation des antiparasitaires offerts en vente et le contrôle de l'étiquetage et de la publicité. Elle donne également au Ministre l'autorité de refuser l'enregistrement d'un produit de lutte nuisible à l'homme, aux animaux domestiques, ou qui ne convient pas pour d'autres motifs. Le Ministre est autorisé à faire connaître les buts pour lesquels tout produit peut être offert en vente et à qui il peut être vendu.

La Loi sur les produits antiparasitaires a été revue et son nouveau règlement est entré en vigueur le 25 novembre 1972. Dans le nouveau texte de la Loi, la définition d'un produit antiparasitaire a un sens plus large et comprend une plus grande variété de produits. En plus de l'importation et de la vente, elle prévoit la réglementation concernant les locaux pour la fabrication, l'entreposage, la distribution, l'étalage et l'utilisation des produits antiparasitaires.

La plupart des gouvernements provinciaux ont adopté des mesures législatives et réglementaires pour contrôler les débouchés, les vendeurs et les utilisateurs d'antiparasitaires, et certains d'eutre eux ont établi des régimes d'autorisation à cette fin. Le degré d'évolution de ces lois provinciales varie d'une province à l'autre et leurs règlements complètent ceux de la Loi fédérale actuelle sur les produits antiparasitaires. Par exemple, le statut réglementaire d'un produit antiparasitaire en vertu de la Loi fédérale mentionne les raisons pour lesquelles le produit peut être vendu et certaines lois provinciales déterminent les qualités que doivent posséder les personnes autorisés à vendre et à utiliser ce même produit. Certaines provinces, par voie législative, contrôlent l'état physique des locaux réservés à l'étalage des antiparasitaires et d'autres provinces donnent la liste des produits pour lesquels il faut un permis ou la signature de l'acheteur avant l'achat ou l'utilisation de ces produits.

Le règlement d'application de la Loi revue sur les produits antiparasitaires exerce maintenant des contrôles dans des domaines prévus par les dispositions statutaires provinciales. En ces occasions, les dispositions réglementaires des deux lois s'appliquent et se complètent les unes les autres. Il ne peut se présenter de conflit, parce que c'est le règlement le plus restrictif qui s'applique, qu'il relève d'une loi fédérale ou provinciale. Par exemple, un produit peut être l'objet d'une restriction en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires seulement

quant à la vente aux entrepreneurs de la lutte antiparasitaire et cette restriction serait d'application nationale. Pour des raisons qui lui sont propres, une province peut par voie législative exiger en plus qu'on obtienne d'abord un permis pour pouvoir utiliser ce produit.

Au cours des années, on a adopté un certain nombre de méthodes réglementaires qui s'appliquent à des degrés divers en vertu des lois régissant les produits antiparasitaires. Ces méthodes réglementaires influent directement sur l'utilisation des antiparasitaires. Elles varient relativement à leur degré de restriction et peuvent ainsi être employées dans la mesure nécessaire en ce qui a trait à n'importe quel produit donné ou n'importe quelle utilisation de ce produit. Ces méthodes s'emploient à l'échelle nationale ou régionale selon que la législation dans laquelle elles sont incorporées est fédérale ou provinciale.

A cause de la nature essentielle des antiparasitaires et des avantages qui découlent de leur utilisation, l'application des différentes méthodes réglementaires pour prévenir des risques inutiles pour la santé des hommes ou pour l'environnement dépend d'un jugement qu'il faut porter sur les avantages et les risques afin de déterminer le statut réglementaire d'un produit antiparasitaire. En portant ce jugement, il faut prendre soin de ne pas sous-estimer ni surestimer la compétence des personnes à qui l'on remet les antiparasitaires.

A peu près n'importe quel produit inoffensif peut être utilisé d'une manière dommageable, et par ailleurs, à peu près n'importe quel produit toxique peut être utilisé sans danger. On ne servirait pas bien l'intérêt public et l'on n'atteindrait pas le but de la législation si l'on portait des jugements trop rigoureux ou trop tolérants en imposant les méthodes réglementaires dont on dispose.

La façon de procéder ou la méthode principale à laquelle on a recours pour établir le statut réglementaire d'un antiparasitaire (c'est-à-dire la manière de le mettre sur le marché et de l'utiliser) est d'obtenir les exigences de l'enregistrement sous le régime de la Loi sur les produits antiparasitaires. L'enregistrement suppose un certain nombre de contrôles parmi lesquels l'*évaluation* est d'une grande importance. Pour qu'un produit antiparasitaire soit évalué aux fins de l'enregistrement, il faut constituer des renseignements scientifiques et les fournir au Ministre. Dans le cas d'une nouvelle substance active, le fabricant doit fournir à peu près tous ces renseignements à un coût qui peut atteindre des millions de dollars.

Du processus d'évaluation découle le statut réglementaire du produit antiparasitaire qui établit les usages pour lesquels il peut être

vendu et les limites qu'il faut respecter quant à ces usages.

L'enregistrement d'un produit antiparasitaire suppose la conformité de l'étiquette avec les modes d'emploi, les limites et les restrictions acceptées par le Ministre. Certains règlements provinciaux, de même que la nouvelle Loi sur les produits antiparasitaires, rendent délictueux l'usage d'un produit antiparasitaire d'une manière qui ne tient pas compte des instructions homologuées figurant sur les étiquettes.

En plus de mentionner les usages pour lesquels le produit antiparasitaire est enregistré, les instructions figurant sur l'étiquette peuvent imposer des restrictions en ce qui a trait aux personnes à qui l'on peut confier un produit. Les produits antiparasitaires sont classés de façon à en restreindre la vente aux personnes qui possèdent la compétence et les moyens requis pour les utiliser sans danger. Les produits que l'on annonce comme pouvant servir à l'intérieur et à proximité des habitations doivent satisfaire les critères de sécurité relativement aux risques professionnels et écologiques. La capacité des contenants et les instructions figurant sur les étiquettes sont les premiers moyens à prendre pour satisfaire aux restrictions imposées par la Loi sur les produits antiparasitaires.

La vente des produits antiparasitaires dont l'utilisation sans danger nécessite des connaissances spéciales ou un appareil particulier est restreinte aux personnes qui possèdent la compétence requise.

L'utilisation de certains antiparasitaires a soulevé de l'inquiétude quant à la contamination de l'environnement, mais le degré de contamination qu'ils peuvent causer dépend de leur nature chimique, de la manière et des quantités utilisées. L'utilisateur, en se conformant aux instructions figurant sur l'étiquette, peut contrôler adéquatement la manière de les utiliser. Cependant, l'étendue de leur utilisation dépend de la manifestation du ou des parasites pour lesquels le produit a été homologué. Lorsqu'on a quelque inquiétude en ce qui concerne n'importe quel antiparasitaire, on peut exiger la *signature obligatoire* de l'acheteur au moment de la vente. En plus de souligner à l'acheteur la nécessité de prendre des précautions spéciales, cette façon de procéder aide à fournir des données statistiques qui, ajoutées à d'autres renseignements, permettent de mieux déterminer si l'utilisation d'un produit antiparasitaire atteint des proportions inacceptables. Le statut d'enregistrement d'un produit antiparasitaire peut exiger que sa vente à des fins particulières requière d'abord de l'acheteur l'obtention d'un permis pour s'en servir. Un *permis d'utilisation* peut être requis dans les cas où l'on craint pour l'environnement ou la santé de l'homme. Les

termes du permis tiennent compte des conditions et des besoins qui justifient l'utilisation. L'acquisition d'un permis d'utilisation en ce qui a trait à certains produits est actuellement imposée en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires et de certaines lois provinciales.

Les produits définis par la Loi sur les produits antiparasitaires comprennent environ 450 substances actives qui entrent dans la composition de quelque 3 000 produits. On a recours à des mesures réglementaires, telles que le permis d'utilisation ou la signature obligatoire, pour un nombre relativement restreint de ces produits.

Les données statistiques sur les empoisonnements rapportés, recueillies par le Programme de lutte anti-poisons de la Direction générale de la protection de la santé, du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social, révèlent que les antiparasitaires comme groupe ne sont pas une cause majeure d'empoisonnement. Néanmoins, les rapports provenant de cette source d'information, de même que des autorités provinciales de la santé, sont pris en considération dans l'évaluation du statut réglementaire de tout produit antiparasitaire.

Il est plus difficile d'évaluer la contamination de l'environnement résultant de l'utilisation ou de l'abus des antiparasitaires; cependant, la réévaluation périodique des produits antiparasitaires sous le régime de la Loi sur les produits antiparasitaires fournit l'occasion d'étudier cet aspect du problème. Bon nombre de programmes d'analyse permanents sont en cours, et leurs résultats sont exploités au maximum. Ces programmes comprennent l'analyse de l'alimentation humaine, des aliments des animaux, des cultures, du sol, de l'eau, de l'air et de la faune. Les renseignements obtenus grâce à ces programmes permettent d'établir des critères d'évaluation des nouveaux produits et la réévaluation des composés plus anciens.

Comités s'occupant de la réglementation des antiparasitaires

Plusieurs comités ont un rôle vital à jouer dans la réglementation des produits antiparasitaires. Le Comité interministériel fédéral des antiparasitaires est formé de fonctionnaires des ministères fédéraux particulièrement intéressés par l'utilisation des antiparasitaires. Ces ministères s'occupent, à des fins réglementaires et disciplinaires, de la santé de l'homme, de la faune, des pêcheries, des forêts, de la qualité des eaux du sol et du commerce. Le mandat du CIFA est d'assurer la communication entre les différents ministères dans tout ce qui a trait aux antiparasitaires; il exige aussi que l'avis du Comité soit communiqué

au ministre de l'Agriculture, et de celui-ci, aux ministres des ministères concernés. Établi par le CIFA auquel il doit répondre, le Comité d'homologation est chargé d'arriver à une entente sur le statut réglementaire de tout antiparasitaire au sujet duquel tous les ministères ne seraient pas d'accord.

La plupart des provinces ont établi des comités interministériels d'une structure semblable à celle du comité fédéral et dont les buts sont les mêmes quant aux conséquences régionales de la réglementation des antiparasitaires.

D'une nature plus générale, mais néanmoins importante pour la lutte antiparasitaire, le Comité de coordination des services agricoles canadiens est composé des sous-ministres fédéraux et provinciaux de l'Agriculture et des doyens des facultés d'agriculture et de médecine vétérinaire des universités canadiennes. Le CCSAC a établi un certain nombre de «Comités canadiens» qui lui présentent des rapports à étudier. La Commission canadienne de lutte contre les mauvaises herbes, le Comité canadien de l'emploi des antiparasitaires en agriculture et le Comité canadien des maladies des céréales donnent des conseils importants à leur comité central, de même que des lignes de conduite aux fonctionnaires en ce qui a trait à la recherche et à la réglementation des antiparasitaires.

En plus des aspects nationaux de la sécurité antiparasitaire, les conséquences internationales méritent une considération particulière. Celles-ci comprennent la normalisation des tolérances de résidus dans les aliments vendus à l'étranger, ainsi que les conséquences sur l'environnement d'une utilisation internationale d'antiparasitaires.

Les tolérances résiduelles dans les aliments consommés au pays sont établies en vertu de la Loi sur les aliments et drogues, appliquée par le ministère de la Santé nationale et du Bien-être social. Au niveau international, les ministères de l'Agriculture et de la Santé nationale et du Bien-être social participent aux travaux de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), à l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), et au Comité du Codex sur les résidus de pesticides de la Commission du Codex Alimentarius; les responsabilités comprennent le développement et l'adoption de tolérances acceptables au niveau international en matière de résidus d'antiparasitaires pour les aliments qui sont l'objet du commerce international.

L'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) tient compte dans ses délibérations de considérations de portée

internationale pour l'environnement en ce qui a trait aux antiparasitaires. Le Canada participe aux discussions de cet organisme international et fournit des renseignements de nature scientifique, technique et réglementaire aux fins de l'OCDE.

En plus des organismes formels établis pour s'occuper de questions d'une portée internationale, il existe plusieurs moyens moins formels qui servent à maintenir les communications entre les hauts fonctionnaires responsables. Un de ces moyens est l'*American Association of Pesticide Control Officials*.

On a parlé de plusieurs méthodes, comités et organismes de réglementation des produits antiparasitaires. Les demandes de renseignements de caractère régional doivent être envoyées aux organismes responsables de la province concernée. On peut obtenir des renseignements sur la Loi et le Règlement sur les produits antiparasitaires à la Division des produits végétaux, Ministère de l'Agriculture, Édifice Sir John Carling, Ottawa, K1A 0C5, ou aux bureaux régionaux de la Division.

Chapitre 4

NÉCESSITÉ DE POURSUIVRE LA RECHERCHE ET LE DÉVELOPPEMENT

Les carrières professionnelles des chercheurs et des administrateurs chargés de l'établissement de règles de sécurité dans l'utilisation des antiparasitaires modernes sont d'une moyenne inférieure à 25 ans. On a attiré l'attention publique ces derniers temps sur les dangers possibles pour l'environnement de l'utilisation à grande échelle des antiparasitaires agricoles pour la production de denrées, mais peu de gens apprécient le rôle de ces composés dans la société moderne.

Les antiparasitaires sont aussi importants dans l'entreposage, le traitement et le transport des aliments que dans leur production au niveau de l'agriculture. L'utilisation des produits chimiques pour prévenir les pertes entre le producteur et le consommateur augmentera probablement au cours de la prochaine décennie comme moyen de minimiser l'augmentation des prix des aliments. D'égale importance est l'échelle croissante des usages non agricoles des antiparasitaires. La lutte contre les insectes porteurs de maladies des végétaux et des animaux et celle contre les insectes nuisibles dans les habitations, les lieux de récréation et les jardins potagers sont la cause de l'utilisation accrue d'une grande variété de produits chimiques. L'utilisation de produits de lutte contre les mauvaises herbes et des broussailles pour l'entretien des servitudes, des parcs industriels, des voies ferrées, des routes et des lignes de transport d'énergie augmente chaque année. Le recours à des herbicides persistants pour indiquer la frontière canado-américaine a fait récemment l'objet de controverses. Étant donné que le ministère fédéral de l'Agriculture doit autoriser ces produits chimiques, il est nécessaire de fournir des renseignements suffisants pour appuyer les usages actuellement approuvés.

Jusque vers la fin des années 50, le principal souci des chercheurs, des autorités chargées de l'application des règlements et de nos législateurs était de s'assurer que l'utilisation de ces nouveaux moyens

chimiques causerait le moins d'inconvénients possible à l'usager et aux personnes s'occupant de leur fabrication. Au début des années 60, on a mis de nouveau l'accent sur l'établissement d'une théorie, appuyée par la technologie, de l'utilisation des antiparasitaires et d'un système de surveillance adéquat pour assurer qu'aucun danger pour la santé ne résulterait de la consommation de denrées ainsi produites. Au Canada, nous avons élaboré un programme interdisciplinaire, social et économique complexe pour en arriver à des ententes entre les organismes fédéraux et ceux des autres niveaux de gouvernement concernés, programme qui ne le cède en rien aux autres programmes dans le monde.

Cet accord général actuel sur l'administration des antiparasitaires au Canada ne s'est pas produit fortuitement. Il est le résultat obtenu par des hommes de bonne volonté représentant plusieurs disciplines scientifiques, des organismes de production agricole, l'hygiène, l'industrie chimique et les gouvernements, qui ont travaillé ensemble à l'élaboration et à l'évaluation des connaissances de base requises.

Au cours de la dernière décennie, nous avons adopté des mesures préliminaires au Canada au sujet d'un nouveau champ de préoccupation. Ces mesures comprennent l'établissement de nouveaux objectifs pour la qualité de l'environnement, résultant de notre inquiétude au sujet de paramètres inconnus, et la quantité d'antiparasitaires qui peut être liée à la pollution de l'air, de l'eau et du sol. Parce que certains antiparasitaires s'infiltrent dans les circuits alimentaires d'organismes non visés, il nous faut maintenant définir un nouvel ensemble de règles de sécurité.

Les échanges de renseignements entre les chercheurs et les gouvernements, dans les pays qui possèdent les connaissances les plus avancées sur les antiparasitaires, indiquent pour le moment qu'en ce qui a trait

aux poissons, à la faune, à l'eau, à l'air ou au sol, nous ne sommes pas actuellement en mesure de recommander des limites de tolérance dans le cas de bien des antiparasitaires ou de leurs produits de dégradation.

L'objectif immédiat consiste à formuler des normes concernant les résidus d'antiparasitaires dans l'air, l'eau et le sol. La signature, en 1972, d'un accord entre le Canada et les États-Unis, concernant les objectifs visés quant à la qualité de l'eau des Grands lacs et les sections internationales de leurs voies de communication, a donné l'impulsion pour l'établissement de normes préliminaires.

Il faut indiquer les conséquences

Selon la politique du ministère de l'Agriculture du Canada élaborée explicitement, aucun projet de recherche, conduisant à l'élaboration de recommandations sur l'utilisation d'antiparasitaires, ne peut être considéré comme complet à moins d'exposer et de bien évaluer les conséquences sur l'environnement des recommandations possibles.

C'est pourquoi il faut que les chercheurs agricoles aident à obtenir des renseignements concernant l'établissement de normes. Il faut prendre le terme «chercheur» dans un sens large ici, étant donné qu'on doit faire appel à des économistes et à des chercheurs des sciences sociales pour préparer les études futures sur la protection des végétaux et des animaux.

L'industrie chimique doit continuer à fournir des renseignements plus abondants et plus précis sur les formes d'antiparasitaires qu'elle prépare pour le marché. Nous avons aujourd'hui des insecticides comme le toxaphène pour lequel il nous est impossible d'établir une norme de pureté dans l'état où il se trouve sur le marché, étant donné que toutes les substances et produits de base dont il est composé n'ont pas été définis. C'est la responsabilité de l'industrie chimique de produire des herbicides qui possèdent le moins possible de dioxines de nature possiblement toxique. De même, le peu de connaissances que nous avons de certains composants de quelques fongicides et les résidus qui en résultent pour l'alimentation ont retardé la signature d'un accord international sur les résidus de ces antiparasitaires dans les aliments transportés d'un pays à l'autre. Un antiparasitaire découvert récemment actuellement utilisé pour la protection de la forêt, ne sera vraisemblablement pas autorisé bientôt au Canada, parce que les méthodes des fabricants et les normes relatives au produit varient avec les fournisseurs.

Aucune utilisation de ces produits chimiques fabriqués au Canada actuellement ne cause d'inquiétude quant aux dangers qu'ils peuvent comporter pour la santé humaine. Cependant, les leçons que nous avons apprises des situations qui ont été à l'origine des restrictions apportées au Canada quant à l'utilisation du DDT, des insecticides à base d'aldrine, de dieldrine, d'heptachlore, des fongicides mercuriels et des herbicides contenant des dioxines, nous guident quant aux décisions à prendre à l'avenir, relativement à l'acceptabilité pour l'environnement de pareils produits.

Objectifs acceptés

D'autres auteurs de la présente publication mentionnent les objectifs généralement acceptés des recherches actuelles: l'élaboration de méthodes de «lutte intégrée» et un recours moindre aux antiparasitaires. A quelques exceptions près, nous n'avons pas encore trouvé de moyens efficaces de changer le rôle des antiparasitaires de celui d'une «assurance», sur la perte de récoltes, en celui d'instruments chimiques sélectifs capables de corriger l'incapacité des forces naturelles à limiter les populations d'insectes nuisibles, les maladies des plantes et les mauvaises herbes. Les biologistes établissent graduellement, dans le moment, le nombre d'espèces de parasites nuisibles qui seront utilisés pour définir les seuils économiques de traitement. Nous avons encore besoin de la collaboration des économistes pour faire l'analyse de la rentabilité des options de lutte qui s'offriront à nous, de même que celle d'autres chercheurs, lorsque des dangers pour l'environnement font partie des options possibles. La surveillance de l'application, au bon moment, de traitements curatifs bien choisis sur une base annuelle, d'une façon qui minimisera l'utilisation des produits antiparasitaires, exigera une surveillance continue des populations de parasites par un nouveau genre de technicien. Il faudra aussi une méthode de surveillance des insectes nuisibles et des régions où se fait la culture.

Participation gouvernementale

D'autres collaborateurs mentionnent aussi le besoin de produits chimiques d'une spécificité bien précise (phérormones sexuelles, hormones juvéniles, attractifs et répulsifs) et la recherche requise pour rendre leur utilisation techniquement possible. L'industrie hésite souvent à investir de fortes sommes dans la création de produits antiparasitaires sélectifs lorsque leur spécificité très précise ne peut leur

assurer qu'un marché limité. D'où le recours à la participation gouvernementale dans la constitution des données scientifiques requises et l'octroi de subventions à l'industrie de façon qu'elle puisse vendre ces nouveaux produits chimiques à un prix raisonnable.

A titre d'exemples de problèmes canadiens dont certains aspects ont trait à la qualité de l'environnement et qui requièrent des décisions de nature scientifique, sociale, économique et politique, mentionnons le besoin de moyens techniques efficaces pour lutter contre les sauterelles, le traitement des semences de légumes et de céréales, contre les insectes et les maladies des végétaux, et cette maladie redoutable transmissible à l'homme – l'encéphalite équine de l'Ouest – ainsi que d'autres maladies véhiculées par les insectes.

La densité de la population des sauterelles et la quantité de dommages qu'elles font aux cultures sont de nature cyclique. La dernière épidémie du genre dans l'Ouest canadien commença à la fin des années 50 et se termina au début des années 60. On ne peut plus utiliser la dieldrine, antiparasitaire chimique peu dispendieux, parce qu'elle a créé des risques inacceptables pour l'environnement. Des recherches intensives au cours des quelques dernières années ont permis de développer la capacité de surveiller et de prédire les explosions de population. On a choisi un produit chimique de remplacement efficace, parmi de nombreux composés essayés, et sa persistance a été déterminée en se fondant sur une base aussi large ou pratique que possible, sans l'avoir essayé durant une épidémie majeure. Les expériences faites avec les produits de remplacement chimiques sont semblables à celles que l'on fait quand on procède à l'évaluation clinique des médicaments destinés à l'homme.

Il a été démontré qu'il est possible de prévoir longtemps à l'avance. Néanmoins, avant de pouvoir établir les principes permettant de prédire le comportement d'un antiparasitaire, il faut produire un vaste ensemble de données expérimentales sûres et permettant de juger de son comportement dans différents climats, genres de sols et pratiques de conduite des cultures. On doit ensuite procéder à des essais en nature. Au Canada, il semble que nous puissions faire un effort comparable pour les études exécutées sur la qualité des eaux des Grands lacs. Mais jusqu'ici l'investissement de fonds et de main-d'oeuvre requis pour de telles études ou pour le recyclage des antiparasitaires dans l'environnement n'a pas encore fait l'objet d'une étude sérieuse entre organismes.

Composés de remplacement

On étudie aujourd'hui un problème plus simple qui suppose la collaboration de biologistes, de biochimistes, de chimistes et de spécialistes de la faune afin de trouver des produits de remplacement acceptables pour le traitement des semences de céréales à la fois avec des produits mercuriels et de la dieldrine (ou de l'heptachlore). Une partie importante de cette recherche consiste à définir les dangers pour l'environnement, particulièrement les effets sur les faisans. Il est plus facile d'obtenir les données nécessaires que dans le cas du problème concernant la lutte contre les sauterelles, étant donné qu'il faut un nombre moins élevé de lignes de conduite prédéterminées à observer pour connaître l'acceptabilité de ces produits pour l'environnement. Mais d'autres problèmes d'ordre économique et politique interviennent dans la prise de décisions au niveau régional. Dans une province où fonctionne un réseau de bons établissements de nettoyage et de traitement des semences, le problème de la pollution causée par le mercure chez le gibier à plumes et leurs prédateurs a été un élément majeur dans la décision d'abandonner l'usage du mercure à ces fins au Canada. A cause du système de traitement efficace des semences dans cette province, les fongicides mercuriels servaient de traitement préventif. On est d'avis que si l'on poursuit cette pratique avec un produit de remplacement du mercure, le coût additionnel de la production de céréales dans cette province serait de l'ordre de $9 millions par année, ce qui ferait inévitablement augmenter le coût des aliments.

Un exemple, ayant trait à la santé de l'homme et des animaux, est celui du besoin futur d'une lutte efficace contre les moustiques vecteurs de l'encéphalite équine de l'Ouest (ou autres maladies véhiculées par les insectes). La décision ici est plus difficile à prendre pour ceux qui doivent établir la politique à suivre et contient des éléments de recherche et de développement qui exigeront le recours aux sciences physiques, sociales et économiques pour l'obtention des données nécessaires. On a commencé des travaux en vue d'être un jour en mesure de prédire les épidémies de tels insectes. Nous ne sommes pas aussi bien préparés pour définir des produits de remplacement du DDT ou des traitements non chimiques pour mettre fin à la transmission de la maladie. L'on sait que, si la chose est nécessaire pour une ou deux saisons, l'utilisation du DDT peut atteindre des niveaux de lutte contre les maringouins qui mettraient fin à une épidémie d'encéphalite équine

de l'Ouest, mais qu'une utilisation continue de ce produit endommagerait l'environnement. Nous savons aussi que les instituts psychiatriques de la Saskatchewan hébergent encore des victimes des épidémies antérieures; toute prise de décision concernant la façon de traiter ce problème doit donc tenir compte des pertes sociales et économiques pour les familles des victimes en particulier et pour la société en général, compte tenu des versements de l'assistance sociale.

Des recherches sur les conséquences pour l'environnement de programmes de lutte dans de vastes régions, qui supposent l'utilisation de nouveaux produits chimiques contre les maringouins ou les mouches noires, ou pour lutter contre la transmission de maladies par les mouches à la suite d'inondations désastreuses, n'ont pas été entreprises au Canada. Il y aurait sans doute un certain recyclage des résidus d'antiparasitaires dans l'air, l'eau et le sol, étant donné que ces derniers se définissent déjà dans les programmes de recherche sur les parasites des vergers et des végétaux et dans l'application à grande échelle d'herbicides aux cultures de céréales. Il faudra choisir entre les dangers possibles et connus pour certaines espèces d'oiseaux qui découlent de l'usage du DDT à court terme et les conséquences sanitaires, sociales et économiques de l'emploi de produits chimiques moins efficaces. Les chercheurs intéressés doivent fournir aux décisionnaires les données, les options de lutte, les dangers pour l'environnement et les autres éléments liés à l'établissement de normes de qualité pour l'environnement dans un cas aussi particulier. Il est évident que tout cela diffère du cas de la protection d'une culture contre les dommages causés par les sauterelles.

Ces exemples sont utiles pour souligner la nature des nouveaux défis et le besoin de recherche et de développement au Canada concernant le bon emploi des antiparasitaires à l'avenir.

Chapitre 5

TECHNIQUES ANALYTIQUES CONSIDÉRÉES COMME MOYENS DE PROTÉGER L'ENVIRONNEMENT

Comme on le mentionnait ailleurs dans la présente publication, de plus en plus de gens et d'organismes gouvernementaux et publics expriment une inquiétude bien compréhensible au sujet des dangers possibles pour l'environnement de l'utilisation des antiparasitaires en agriculture.

En dépit de ceux qui affirment le contraire, il faut encore utiliser les antiparasitaires pour assurer des disponibilités suffisantes de denrées. Néanmoins, une surveillance continue des recherches et un contrôle intelligent de l'utilisation de ces produits chimiques sont nécessaires afin d'éviter les dangers possibles pour la santé publique et pour la qualité de l'environnement.

C'est un défi réel et une question très compliquée que d'assurer une utilisation sûre des produits antiparasitaires. Cela suppose le jugement réfléchi de nombreux individus hautement spécialisés dans une grande variété de disciplines complexes, comme la biologie, la chimie, la technologie alimentaire, la médecine, la pharmacologie et la toxicologie. Il faut dire aussi que les moyens analytiques d'identification de dosage des résidus d'antiparasitaires dans les différentes matières biologiques jouent un rôle important dans beaucoup de ces études.

Chromatographie en phase gazeuse

Au cours des premières années où l'on s'est servi d'antiparasitaires organiques, les méthodes analytiques utilisées pour doser les résidus n'étaient ni très sensibles ni très spécifiques. Depuis lors, l'analyse des résidus d'antiparasitaires a fait des progrès incroyables, surtout depuis l'apparition du chromatographe en phase gazeuse par détection d'électrons. Dans des conditions idéales, cet instrument peut détecter les

antiparasitaires organochlorés en concentrations aussi faibles que quelques parties par trillion. Une partie par trillion est comparable, à l'échelle astronomique, à un pouce sur 15.7 millions de milles. De même, une partie par million correspond à un pouce sur 15.7 milles. Ces proportions font voir à quelles concentrations minimes presque inconcevables on peut maintenant déceler les antiparasitaires à l'aide des chromatographes en phase gazeuse munis de détecteurs à haute sensibilité et spécificité. Ces instruments ont reçu un accueil des plus favorables de la part des chimistes des antiparasitaires et des autres chercheurs qui s'inquiètent de la présence en quantités infimes d'antiparasitaires dans le milieu. Même si la chromatographie en phase gazeuse a révolutionné l'analyse des résidus d'antiparasitaires et fourni une abondance de données que l'on n'aurait pu obtenir par d'autres moyens, il est bon de faire quelques commentaires au sujet de l'imperfection des interprétations données après l'utilisation de ces instruments.

Un chimiste des antiparasitaires de grande réputation, le professeur F.A. Gunther, de l'Université de Californie, affirme que «la chromatographie en phase gazeuse a aussi été la source de plus de renseignements erronés et de malentendus que tous les autres procédés analytiques réunis, surtout à cause d'opérateurs sans la formation et l'expérience requises pour évaluer intelligemment leurs données et pour rendre compte des pièges inhérents à cette méthode qui paraît simple au premier abord . . . Et les opérateurs qui sont le moins qualifiés sont le plus souvent ceux qui sont les plus sûrs des résultats qu'ils obtiennent». Bien que le chromatographe en phase gazeuse à détection d'électrons puisse déceler quelques picogrammes (10^{-12} grammes) d'antiparasitaires organochlorés, il peut aussi détecter tout autre genre de composé organique présent en quantité suffisante. Lorsqu'un échantillon biologique subit une extraction avec un solvant organique pour l'analyse de résidus d'antiparasitaires, l'extrait ne contient pas seulement les antiparasitaires, mais aussi beaucoup de composants naturels de l'échantillon. Ces composés indésirables, mais inévitables, qu'on appelle substances coextractibles, et l'extrait tiré d'un échantillon de sol ou de végétal pour fins d'analyse peut en contenir des concentrations un million de fois plus élevées que celles des antiparasitaires. A moins qu'on enlève les substances coextractibles sélectivement par des méthodes d'épuisement convenables, certaines d'entre elles peuvent nuire au dosage des antiparasitaires par cette méthode chromatographique; les quantités de produits antiparasitaires dont on rapportera la présence

dans les échantillons peuvent être ainsi erronées. Cet état de choses se complique davantage par la présence de polluants industriels, comme les polychlorobiphényles (PCB) dans certains échantillons, particulièrement dans le poisson et la faune. Dans bien des cas, dans le passé, les PCB ont été confondus à tort avec le DDT, le DDE, le DDD et la dieldrine, même lorsque l'on croyait avoir enlevé toutes les substances coextractibles des échantillons. Le chromatographe en phase gazeuse est un instrument polyvalent et très utile pour l'analyse des résidus d'antiparasitaires, mais les données obtenues par cette méthode ne peuvent qu'indiquer la présence soupçonnée de résidus d'antiparasitaires. Il faut confirmer par d'autres méthodes leur présence ou leur absence. Les techniques de conversion chimique, la chromatographie en couche mince, la spectrométrie infrarouge et de masse sont quelques méthodes utilisées avec succès pour identifier les résidus d'antiparasitaires dans des échantillons de l'environnement.

Les résultats doivent être confirmés

Les résultats, même publiés, obtenus par la seule chromatographie en phase gazeuse sans épuisement convenable des substances coextractibles ni confirmation par d'autres techniques, sont d'une valeur douteuse. Les travaux faits à l'Université du Wisconsin, à Madison, ont démontré l'inexactitude de la chromatographie en phase gazeuse seule, la nécessité d'un épuisement et la confirmation des données obtenues par la chromatographie en phase gazeuse. Les analyses faites par chromatographie en phase gazeuse d'échantillons de sol recueillis en 1909 à 1911 ont révélé la présence d'insecticides organochlorés dans les échantillons. Toutefois, ces insecticides n'avaient pas été découverts à cette époque et aucun des composés dont la présence était soupçonnée n'ont pu être détectés lorsque les même échantillons furent soumis à des contre-épreuves. Un groupe de recherche à l'Université d'État de la Pennsylvanie, à College Park, a effectué des recherches sur les résidus de DDT chez les pingouins de l'Antarctique. Dans cette étude, des échantillons de graisse de pingouins ont subi une extraction par solvants organiques et l'extrait a été analysé par chromatographie en phase gazeuse par détection d'électrons, sans épuisement adéquat; les résultats ne furent pas confirmés par quelque autre technique. On doute que des résidus de DDT aient été présents dans ces échantillons.

Bien que certains résultats publiés suscitent des doutes, il n'y a aucune raison de les mettre tous en doute. Toutes les données publiées

ne proviennent pas de la seule chromatographie en phase gazeuse, un grand nombre d'entre elles furent confirmées par d'autres techniques. Les méthodes modernes d'analyse des antiparasitaires sont très compliquées et perfectionnées et, entre des mains expertes, peuvent fournir des renseignements valables et sûrs. En utilisant ces instruments d'analyse modernes, nous découvrons de nouveaux problèmes associés à l'utilisation des antiparasitaires. Il est maintenant évident que les antiparasitaires organochlorés persistent dans l'environnement et s'infiltrent dans des régions fort éloignées de l'endroit où ils ont été appliqués. Il est également évident qu'à cause de l'ampleur du domaine biologique, il est possible pour des animaux au haut de la chaîne alimentaire d'accumuler ces antiparasitaires persistants en concentrations qui peuvent être nuisibles à certaines espèces de la faune et de poissons. Comme la recherche sur le comportement de ces produits chimique a révélé la possibilité d'une contamination excessive, on a, en certains pays, adopté des mesures pour réduire leur utilisation d'une façon rigoureuse. Les antiparasitaires organochlorés persistants sont maintenant remplacés par des genres de composés organophosphorés et à base de carbonate généralement moins persistants et qui sont biodégradables.

Grâce aux moyens analytiques et biologiques modernes, il est maintenant possible d'étudier le destin de quelques onces d'antiparasitaires appliquées sur une acre de terre. Nous pouvons nous rendre compte de la quantité du produit antiparasitaire qui persiste dans le sol, de celle qui se volatilise dans l'atmosphère, de celle qui circule dans la plante ou de celle qui est entraînée par lessivage dans le sol. Dans la plupart des cas, le produit chimique utilisé est converti en d'autres produits, dont quelques-uns sont moins toxiques et d'autres plus toxiques que le composé initial. Nous sommes habituellement en mesure de retracer le produit chimique utilisé et ses sous-produits dégradés dans le sol, l'eau, les récoltes et les animaux. En somme, il est maintenant possible, dans bien des cas, d'évaluer le danger que comporte pour l'homme et son environnement un nouvel antiparasitaire avant qu'on en autorise l'utilisation en agriculture.

La mise au point de méthodes sensibles et sûres de dosage des résidus d'antiparasitaires a également assuré plus de sécurité pour le consommateur. Par exemple, les anciennes méthodes d'analyse ne pouvaient déceler les résidus du DDT présents dans une proportion inférieure à une partie par million. Or, les techniques analytiques modernes peuvent déceler des concentrations beaucoup plus faibles.

Sans les progrès récents des méthodes d'analyse des antiparasitaires, il aurait été très difficile, sinon impossible, de surveiller les résidus dans les aliments de l'homme et dans son environnement. Plusieurs laboratoires fédéraux et provinciaux analysent aujourd'hui rapidement et efficacement des milliers d'échantillons d'aliments et de nourriture des animaux. Les denrées alimentaires contiennent rarement des résidus d'antiparasitaires qui excèdent les tolérances, et lorsqu'elles en contiennent, elles sont mises en quarantaine ou retirées du marché et détruites. La surveillance de la faune et du poisson est faite par de nombreux laboratoires fédéraux, provinciaux et universitaires. Ces organismes étudient attentivement la façon dont les antiparasitaires agricoles influent sur la qualité de notre environnement et proposent des remèdes lorsque se présentent des problèmes.

Le but du recours aux antiparasitaires agricoles est de protéger les cultures de la destruction par les parasites sans qu'il y ait d'effets nuisibles pour l'homme et l'environnement. Il n'est pas facile de déterminer exactement les risques et les avantages qui accompagnent leur utilisation. Des chercheurs de plusieurs disciplines travaillent constamment en ce sens et les techniques analytiques modernes utilisées pour doser les résidus jouent un rôle clé dans leurs efforts.

Chapitre 6

SYSTÈMES DE LUTTE CONTRE LES PARASITES POUR L'AGRICULTURE

Un des principaux événements qui ont jalonné l'accès de l'homme à la civilisation a été la domestication des plantes pour qu'elles lui fournissent sa nourriture facilement et en abondance. Cependant, ce processus l'a amené à faire de la monoculture, méthode qui ne favorise pas la stabilité écologique, mais qui est essentielle à une haute productivité. Ces cultures sont sujettes aux attaques des insectes, des maladies et des mauvaises herbes. La famine irlandaise des années 1840, alors que les cultures de pommes de terre furent en grande partie détruites par une maladie, nous fournit un exemple d'un système qui perd son équilibre à cause du manque de mesures de lutte stabilisatrices telles l'emploi de fongicides appropriés.

C'est vers le milieu des années 1940 que l'on vit apparaître les antiparasitaires de synthèse organiques modernes, dont l'insecticide DDT est l'exemple le plus digne de mention. C'était une substance relativement stable, douée d'une large activité insecticide, mais d'une toxicité relativement faible pour les mammifères. Très peu soluble dans l'eau, il était facile de la préparer sous diverses formes pour l'application et elle se vendait à un prix relativement peu élevé. Ces qualités étaient également idéales pour la lutte contre certains insectes porteurs de maladies humaines et contre de nombreux parasites importants des cultures ainsi que divers insectes nuisibles. En agriculture, ce moyen de lutter directement contre les insectes a grandement aidé les cultivateurs à produire des denrées de haute qualité, attrayantes pour le consommateur. En conséquence, on utilisait cet antiparasitaire quelquefois comme moyen préventif ou en application complémentaire afin d'assurer la lutte contre les insectes et la valeur marchande des produits.

Le DDT et bien d'autres composés organochlorés sont classés parmi les antiparasitaires à large spectre d'activité. Bien que beaucoup d'entre

eux ne soient pas aussi dangereux à appliquer que certains des produits de remplacement récents, ils sont considérés comme plus persistants. Leur solubilité peu élevée dans l'eau et élevée dans les corps gras sont des qualités qui contribuent à la contamination de l'environnement, puisqu'ils se condensent et sont retenus dans les particules du sol et dispersés par le vent et la pluie. Le résultat net a été une concentration, particulièrement de DDT et de quelques-uns de ces métabolites, dans la chaîne alimentaire de sorte que des doses élevées de cet antiparasitaire ont été découvertes dans quelques poissons et oiseaux de proie. Néanmoins, l'effet varie avec les espèces. Par exemple, le DDT cause l'amincissement de la coquille de l'oeuf dans le cas des canards et des faucons, mais n'atteint pas celle des oeufs du faisan ni de la caille.

Insecticides spécifiques et insecticides à large spectre

A part les dangers de concentration d'antiparasitaires dans la chaîne alimentaire que comportent certains composés, la persistance et le large spectre d'activité sont de bons indices en certains cas d'une lutte efficace contre plusieurs insectes parasites indésirables. La qualité de persistance réduit le nombre des applications et diminue le besoin de déterminer les époques critiques où il faut y procéder. Cependant, ces propriétés peuvent être un inconvénient lorsque des insectes utiles comme les prédateurs sont en cause, puisqu'ils peuvent aussi être détruits, d'où il résulterait un changement désastreux de la population de parasites. La solubilité presque nulle dans l'eau des résidus leur permet de demeurer dans les 6 ou 10 pouces supérieurs du sol. De plus, ces résidus ont tendance à adhérer aux particules du sol et de la vase, et peuvent ainsi être dispersés par le vent et l'érosion du sol par l'eau. Cela

forme une autre étape vers la concentration de l'insecticide dans la chaîne alimentaire susmentionnée.

Idéalement, chaque insecte nuisible devrait être détruit par un insecticide à spectre étroit d'activité qui n'atteint pas les insectes non visés. La méthode non scientifique de développement des insecticides rend de telles sélections difficiles. Néanmoins, le problème insurmontable est celui des frais de production, qui se sont élevés graduellement de $1 million à près de $10 millions. C'est ainsi qu'on a mis fin au développement de produits à spectre étroit d'activité, qui auraient pu être utiles, parce qu'il aurait été impossible d'en recouvrer les frais. Par conséquent, la valeur de la culture à protéger constitue un élément majeur de la détermination de l'usage possible de ces substances.

Antiparasitaires à dégradation biologique rapide

Il semblerait intéressant d'avoir des antiparasitaires à dégradation biologique rapide car, théoriquement, ces produits feraient disparaître les résidus. Cependant, deux questions se posent: d'abord, les métabolites découlant de la dégradation sont-ils «écologiquement sûrs»? Ensuite, avec quelle précision peut-on fixer la durée de la dégradation? La première question requiert une étude approfondie pour permettre d'identifier les métabolites et leur effet écologique, et dans le cas de la deuxième question, les conditions déterminant le taux de dégradation sont importantes. Si les substances ont une courte durée de vie, la fixation de la date du traitement insecticide de même que la forme des produits sont beaucoup plus critiques que pour une substance plus stable. De nouvelles formes de produit qui fournissent une «persistance contrôlée» seront utiles.

Méthodes améliorées de pulvérisation

Les méthodes actuelles de pulvérisation présentent deux problèmes: d'abord, la dérivation du nuage de pulvérisation de la surface-cible au moment de l'application, ensuite, la volatilisation de la matière déposée à partir de la surface-cible. Les résultats des recherches courantes ont indiqué que la pulvérisation diluée par avion est préférable à la pulvérisation concentrée parce qu'il y a moins de dérivation. Il est encore possible de réduire la dérivation par la production d'une pulvérisation homogène en gouttelettes de dimensions précises. Lorsque l'on a obtenu des conditions optimales de dérivation minimale et de

toxicité maximale, la prochaine étape critique consiste dans la création d'une machine commerciale efficace à partir du pulvérisateur expérimental, plutôt élégant. Une modification de la forme de produit qui donne l'espoir d'améliorer l'efficacité de la pulvérisation avec un minimum de contamination pour l'environnement, consiste dans l'épandage de la matière toxique sous forme de mousse.

Un autre élément qui aidera à rendre la pulvérisation plus efficace dans les vergers et la création de variétés plus denses et plus petites.

Programme de lutte intégrée

Dans les programmes de protection des cultures, les termes «lutte chimique» et «lutte biologique», malheureusement utilisés souvent, font songer à d'autres méthodes. Cette différenciation n'était peut-être pas sans fondement lorsque l'utilisation des antiparasitaires chimiques était moins perfectionnée. Actuellement, on a recours à une «lutte intégrée», c'est-à-dire à la combinaison optimale de la lutte chimique, biologique et culturale. La contribution plus ou moins grande de chacun des composants varie selon la situation. Par exemple, on peut introduire un parasite de l'étranger comme ce fut le cas du coléoptère *Chrysolina quadrigemina* à Fruitvale (C.-B.), en 1952, qui a eu pour effet d'éliminer dès 1956 l'herbe de Saint-Jean (ou millepertuis), qui est une plante nuisible. Parmi les pratiques culturales, mentionnons que, pour la lutte contre la chrysomèle des racines du maïs en Ontario, on recommande la rotation des cultures à tous les deux ans. On a recours aux parasites naturels chaque fois que c'est possible par la lutte contre le charançon postiche de la luzerne et l'on n'utilise les insecticides que lorsque le parasite ne réussit pas.

On emploie des programmes de lutte intégrée comprenant l'utilisation d'antiparasitaires sélectifs qui détruisent certains parasites nuisibles, mais ne réduisent pas considérablement les prédateurs, dans les vergers des provinces Maritimes, de l'Ontario et de la Colombie-Britannique, de même que dans les serres de l'Ontario. Quand on applique des programmes de pulvérisation utilisant des moyens de lutte intégrée et que plus tard une pulvérisation est omise, tout le complexe écologique est modifié et il y a lieu d'élaborer un programme revu. Par exemple, en retranchant la pulvérisation contre la pyrale de la pomme et en la remplacant par des lâchers de mâles stériles dans l'Okanagan, les tétranyques et les pucerons furent détruits par les prédateurs. Cependant, les populations de trois autres espèces d'insectes ont atteint des niveaux dommageables. Il a fallu chercher à mettre au point des

conditions de lutte chimique qui ne nuiraient pas aux prédateurs ni aux mâles stériles de la pyrale de la pomme, tout en détruisant les trois espèces d'insectes qui étaient présentes en nombre nuisible. Une étude de leur comportement a révélé que l'application d'un insecticide avant la floraison détruirait les insectes indésirables sans affecter les prédateurs ni les mâles stériles et c'est ainsi qu'on a établi un nouveau programme de lutte intégrée.

Un produit chimique d'origine biologique, la toxine bactérienne provenant du *Bacillus thuringiensis*, est efficace dans la lutte contre l'arpenteuse du chou, la tisseuse du chou et le sphinx du tabac en Ontario. Néanmoins, il se trouve des cas où, dans un complexe biologique, cette toxine n'est que partiellement efficace et, dans l'exemple précité du chou, les pucerons ne sont pas détruits et il se peut que les produits ne soient pas récoltables. Dans ce cas, on a découvert deux produits chimiques efficaces dans la lutte contre les pucerons; il était évident qu'il fallait recourir à un agent chimique de lutte contre les parasites nuisibles.

L'efficacité démontrée de la technique du mâle stérile ou des lâchers de parasites naturels ou prédateurs a fourni un moyen de lutte en certaines régions. Les phérormones sexuelles, les hormones juvéniles et les juvénoïdes synthétiques ont révélé des possibilités d'utilisation dans la lutte intégrée, mais il faudra encore beaucoup plus de recherches. De nouveaux produits, comme les toxiques, les agents attractifs et répulsifs sélectifs, sont également en cours de développement et soumis à des études physiologiques et biochimiques sur des parasites et des prédateurs.

Chapitre 7

EXAMEN DES NOUVEAUX PRODUITS ANTIPARASITAIRES AVANT L'HOMOLOGATION

Chaque année des chercheurs du monde entier examinent minutieusement des milliers de substances chimiques pour en connaître les capacités en vue de déterminer s'ils peuvent servir sans danger dans la lutte antiparasitaire. L'objectif principal est de voir si ces produits chimiques de base, isolés dans un laboratoire ou peut-être déjà utilisés dans un domaine industriel totalement différent, peuvent servir à perfectionner la technique agricole. On peut formuler le problème d'une façon simple: est-ce que le produit X pourra un jour épargner du temps, de l'argent ou du travail au producteur agricole?

Au stade actuel, le produit X n'est identifié que par un numéro de référence dans les dossiers de recherches de quelque entreprise. S'il subit les épreuves avec succès et qu'on lui découvre des qualités insecticides, herbicides, fongicides ou nématocides, il sera identifié d'une façon plus positive. Si l'on juge qu'il est précieux pour l'agriculture et qu'il est possible de le mettre sur le marché, il sera homologué et recevra un nom commun et une marque de commerce.

Le nom chimique est ordinairement compliqué. Par exemple, le dithiophosphate de 0,0-diméthyle et de S-(méthyl-carbamoyl-méthyle), une fois ses propriétés insecticides et acaricides découvertes, devint l'insecticide expérimental n° 12880 de l'American Cyanamid pour tous les chercheurs chargés d'en faire l'épreuve dans le monde entier. A mesure que progressait la recherche, le produit de base a reçu le nom commun de diméthoate et il est mis sur le marché sous les marques de commerce Cygon et Rogor. La même façon de procéder s'est répétée pour de nombreux autres produits. A titre d'exemple, mentionnons le carbofuran, mis au point sous le numéro de code NIA 10242 et mis sur le marché sous la marque de commerce Furadan; le ronnel créé sous

l'indicatif Dow ET-57 et vendu avec la marque de commerce Korlan, et le leptophos, créé sous l'indicatif VCS 506 et mis sur le marché sous la marque de commerce Phosvel. Tous les produits, à partir des insecticides jusqu'aux régulateurs de la croissance des plantes, suivent le même chemin, une fois que les spécialistes ont découvert qu'ils peuvent fournir un apport positif à la technique agricole.

Un pourcentage infime des composés sont mis sur le marché

En pratique, un très petit nombre des composés synthétisés et présentés à l'examen atteignent les étapes finales du développement commercial. Faibles sont les chances pour un nouveau composé d'être mis sur le marché comme produit chimique à usage agricole: en fait, un nouveau produit en moyenne sur 5000 est mis sur le marché. Des questions, des éléments inconnus et des réactions imprévus peuvent facilement faire d'un produit prometteur un simple article de curiosité dans un laboratoire.

Le produit X, qui n'est autre chose qu'un nouveau composé chimique synthétisé dans un laboratoire de recherches chimiques, est au début fabriqué en très petites quantités (de l'ordre du gramme). Sa valeur possible pour différents usages agricoles est alors étudiée dans le processus des examens. Si les résultats sont négatifs, son dossier ira rejoindre des milliers d'autres dans les archives du laboratoire de recherches du fabricant. Il peut possiblement revenir à la surface des années plus tard, si l'évolution de la technologie le fait voir sous une lumière nouvelle ou différente.

Pour atteindre le cultivateur comme produit commercial, le produit X doit subir avec succès une série d'examens de plus en plus compliqués. Des jugements seront portés et des décisions prises en cours de route par une équipe d'individus formés à des disciplines nombreuses et variées, à l'intérieur comme à l'extérieur de la société qui l'a découvert, individus intéressés au développement du produit. De nombreuses années s'écouleront parfois avant que l'on puisse être certain que le produit répondra aux espoirs qu'il avait d'abord suscités et justifiera le temps et l'argent qu'on lui a consacrés.

Le premier examen critique d'un produit qui peut être retenu comme herbicide sélectif est exécuté dans une serre de recherches sur les plantes. Le personnel technique essaie de déterminer si le composé détruit certaines mauvaises herbes à une dose raisonnable d'épandage sans causer de dommages aux plantes cultivées. Ces essais peuvent être

faits rapidement et à peu de frais. On examine et l'on étudie aussi des milliers de composés qui semblent utilisables, mais quelques-uns seulement seront choisis pour être soumis à des épreuves initiales au champ dans un ou plusieurs postes de recherche.

Ces essais au champ représentent la seconde épreuve d'importance pour les herbicides éventuels. Pour faire des essais à cette grande échelle, il faut plusieurs livres de produit ainsi qu'une saison complète de croissance. Le principal problème est de savoir quels sont les effets sur 40 cultures ou davantage, en plus de la façon dont l'antiparasitaire réprime les mauvaises herbes sur le terrain et non dans un pot, en serre.

Il ne s'agit pas de découvrir un herbicide universel, mais simplement de déterminer où le composé peut être utile et où il ne réussit pas à donner des résultats prometteurs. La principale question qui se pose dans cette année d'essais au champ est de savoir si les succès enregistrés en serre méritent notre attention et la poursuite des efforts déployés et, dans l'affirmative, à quel niveau.

Autres jugements requis

A ce stade, le produit X est encore aux mains des spécialistes de la recherche agrochimique, mais il est aussi l'objet d'un examen préliminaire par les responsables du développement des produits. Ils formeront la liaison entre les cultivateurs et le laboratoire; leur jugement sera d'une importance particulière dans l'évaluation de sa valeur pratique dans des conditions d'utilisation variables comprenant les genres de sol, de climat, d'espèces de mauvaises herbes et de tolérance des cultures.

A mesure que le composé en perspective subit l'examen initial au champ dans la ferme de recherche de l'entreprise, il est possible qu'il faille en synthétiser une plus grande quantité. Il peut aussi être légèrement modifié en tenant compte de la connaissance acquise au cours de la première année. On cherche alors à faire exécuter des essais au champ dans d'autres pays pour déterminer comment ce composé se comporte dans des conditions différentes de climat et de sol.

Les facteurs du milieu deviennent soudainement importants et les évaluations au champ sont alors confiées aux représentants de l'entreprise chargée du développement des produits, groupe spécialisé d'agronomes, d'entomologistes, de spécialistes de la physiologie végétale, de phytopathologistes et de biochimistes. Ils collaborent avec des chercheurs bien formés du gouvernement et des cultivateurs d'expérience qui aident à préparer les essais et à en évaluer les résultats. Leurs

rapports et recommandations peuvent être les plus critiques parmi toutes les épreuves déjà subies ou à venir.

Si les premières épreuves de toxicité ont démontré que le produit peut être utilisé sans danger par les cultivateurs, on fait d'autres essais de toxicité pour obtenir les données biologiques nécessaires pour l'étiquetage du produit. Le premier de ces essais comprend un programme d'alimentation de rats de 90 jours afin de fournir des renseignements généraux sur sa toxicité chronique, ce qui aide à fixer des limites aux essais de toxicité de plus longue durée. Cette épreuve est suivie d'un essai d'alimentation de deux années complètes avec des rats et des chiens, une étude de la reproduction de trois générations de rats, une étude de toxicité du produit pour le poisson et la faune, et un essai d'alimentation de vaches en lactation pour déterminer la présence de résidus dans la viande et le lait, renseignements qui sont tous requis pour constituer les données nécessaires à l'étiquetage. Tout résultat négatif ou même incertain de ces essais de toxicité peut faire renvoyer le nouveau produit au laboratoire pour le modifier, ou peut même obliger à le supprimer de tous les essais ultérieurs.

Résidus dans les cultures

Pour les produits chimiques antiparasitaires qui doivent être utilisés sur les cultures, une partie nécessaire du développement de tout nouveau produit consiste à déterminer la présence de résidus du composé ou des métabolites dans les cultures, le sol et l'eau. Dès qu'un produit révèle quelque utilité possible pour une culture donnée, on recueille et fait congeler des échantillons des plantes sur lesquelles il a été appliqué et on les envoie au laboratoire d'analyse chimique. Il faut littéralement inventer une méthode d'analyse différente pour chaque composé afin d'assurer un dosage exact des résidus de ce produit chimique et des produits de dégradation dans une culture, en parties par million ou même en parties par milliard.

On prélève des échantillons dans plusieurs régions géographiques et dans des champs traités à des doses normales ou doubles, afin d'assurer des déterminations représentatives. Le niveau de résidu, s'il en est, est alors utilisé en relation avec la toxicité relative du composé, de sorte que l'on peut établir des tolérances résiduelles sûres. Ces niveaux sont déterminés en ayant recours à des épreuves d'alimentation.

Dès le début, l'aspect économique joue un rôle dans tous ces stades de développement. On a déjà calculé en gros les frais de fabrication

pour en arriver à un coût raisonnable et avantageux pour l'utilisateur, ainsi qu'à un profit pour le fabricant et le commerçant. A mesure que le composé franchit les différentes étapes de l'examen, on refait ces calculs. A chaque stade de développement, on revoit les estimations du coût en se fondant sur la dose d'application, l'efficacité et, naturellement, sur les problèmes qui pourraient se présenter dans les conditions ordinaires de culture au champ.

Organisation de la vente du produit

Dans la deuxième saison de croissance, le composé en question est soumis, dans différentes régions géographiques, à des épreuves au champ bien qu'il soit encore bien éloigné de la vente sur le marché. Le personnel de l'entreprise doit apprendre à fabriquer le produit à grande échelle. La direction doit affecter les fonds requis et l'on doit procéder à une planification soigneuse de façon que le produit X ait quelque chance de réussite commerciale.

Des ingénieurs des procédés, des concepteurs, des experts financiers et d'autres se joignent à l'équipe en ajoutant leur jugement et leur expérience à ceux des personnes qui étudient les chances de succès du nouveau produit. Sont également impliqués les chercheurs du gouvernement et peut-être quelques sociétés commerciales qui possèdent un personnel technique intéressé et expérimenté dans la manutention des nouveaux composés agricoles et dans l'évaluation de ces composés dans des conditions pratiques.

Le produit X est maintenant au stade des considérations de caractère vraiment pratique. Les doses à utiliser, selon les différents types de sol et des cultures additionnelles qui laissent prévoir du succès, sont déterminées le plus objectivement possible. Il faut aussi, naturellement, que le produit offre certains avantages par rapport aux pratiques agricoles courantes.

L'évaluation finale se fait lorsque le produit est présenté à petite échelle dans le commerce et qu'il atteint les cultivateurs qui feront des applications d'essai. A ce moment, le produit est fabriqué à l'échelle de production pour être mis sur le marché. En un certain sens, il a dépassé le stade de développement d'un produit, mais le progrès du produit ainsi introduit est suivi de très près, à mesure que de nouvelles applications pourront exiger une plus grande précision du mode d'emploi porté sur l'étiquette.

Le processus aura duré 4 ans en moyenne, à compter de l'époque du

premier essai sélectif jusqu'au premier traitement du cultivateur, et l'entreprise responsable des essais aura dépensé de $4 à $10 millions.

En fait, aucune personne en particulier, aucun groupe restreint de personnes, n'est à lui seul responsable des examens qui précèdent la mise d'un produit en marché. Il faut avoir recours à des personnes compétentes et expérimentées dans le laboratoire agricole aussi bien que dans les champs ou dans les bureaux. Des personnes à différents niveaux de responsabilité contribuent constamment au succès d'un nouveau composé et l'on ne peut s'attendre à un complet accord entre elles à mesure qu'une nouvelle substance franchit les étapes successives des examens. Néanmoins, on fait des essais dont on interprète les résultats. Si un produit doit éventuellement être mis en marché, il doit pouvoir faire preuve de qualités supérieures et attirer l'attention requise pour franchir les différentes étapes de l'examen.

Pour connaître les meilleures méthodes de lutte contre les parasites s'adresser à l'agronome local ou bien écrire à:

COLOMBIE-BRITANNIQUE
B.C. Department of Agriculture
Douglas Bldg.
Victoria, B.C.

ALBERTA
Crop Protection and Pest Control Division
Alberta Department of Agriculture
Edmonton 6, Alta.

SASKATCHEWAN
Pest Control Specialist
Production and Marketing Branch
Saskatchewan Department of Agriculture
Regina, Sask.

MANITOBA
Provincial Entomologist
Manitoba Department of Agriculture
711 Norquay Bldg.
Winnipeg 1, Man.

ONTARIO
Provincial Entomologist
Department of Agriculture and Food
Guelph, Ont.

QUÉBEC
Chef de la section d'entomologie
Division de la défense des cultures
Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation
Québec, Qué.

NOUVEAU-BRUNSWICK
Plant Industry Branch
New Brunswick Department of Agriculture
Fredericton, N.B.

NOUVELLE-ÉCOSSE
Provincial Entomologist
Nova Scotia Department of Agriculture
Kentville, N.S.

ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD
P.E.I. Department of Agriculture
P.O. Box 2000
Charlottetown, P.E.I.

TERRE-NEUVE
Director of Agriculture
Department of Mines, Agriculture and Resources
St. John's, Nfld.

OU:
Division de l'information
Ministère de l'Agriculture du Canada
Ottawa, Ont.